

Библиографический список

1. Ефремов С.П. Пионерные древостои осушенных болот. Новосибирск: Наука, 1987. 249 с.
 2. Чиндяев А.С. Гидролесомелиоративный стационар «Песчаный» Свердловской области // Мелиоративно-болотные стационары России / Науч. центр ВАНТАА. МЕТЛА. Екатеринбург, 2006. С. 202 – 203.
 3. Рубцов В.Г., Книзе А.А. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 44 с.
 4. Вомперский С.Э. Биологические основы эффективности лесосушения. М.: Наука, 1968. 312 с.
 5. Косарев В.П., Андриюшенко Т.Т. Радиальный прирост осушенных хвойных древостоев // Гидротехническая мелиорация земель. Ведение лесного хозяйства и вопросы экологии. С.-Пб.: НИИЛХ, 1977. С. 54 – 57.
 6. Антанайтис В.В., Загребев В.В. Прирост леса. М.: Лесн. пром-сть, 1962. 240 с.
-

УДК 630*524.39+630*174.754

В.А.Усольцев, А.В. Борников, А.С. Жанабаева, А.В. Бачурина
(V.A. Usoltsev, A.V. Bornikov, A.S. Zhanabayeva, A.V. Bachurina)
(Уральский государственный лесотехнический университет)



Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Уральского государственного лесотехнического университета, Заслуженный лесовод России. Имеет около 450 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.



Борников Александр Вячеславович родился в 1987 г., окончил лесохозяйственный факультет Оренбургского государственного аграрного университета в 2009 г. Имеет 7 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.



Жанабаева Асия Сиркбаевна родилась в 1987 г., окончила лесохозяйственный факультет Оренбургского государственного агроуниверситета в 2009 г. Имеет 7 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.



Бачурина Анна Владимировна родилась в 1983 г., окончила лесохозяйственный факультет Уральского государственного лесотехнического университета в 2005 г. Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства УГЛТУ. Имеет 13 печатных работ по проблемам влияния промышленных поллютантов ЗАО «Карабаш-медь» на лесные насаждения.

**ИЗМЕНЕНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ И БЕРЕЗЫ
ВБЛИЗИ КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО
КОМБИНАТА**
(CHANGE OF QUALIMETRICAL CHARACTERISTICS
OF PINE AND BIRCH TREE BIOMASS NEAR KARABASH
COPPER PLANT)

Проанализировано изменение плотности и содержания сухого вещества в различных фракциях фитомассы деревьев сосны и березы в зависимости от диаметра ствола на высоте 1,3 м и удаления от Карабашского медеплавильного комбината.

Change of density and dry matter content in different fractions of pine and birch tree biomass in relation to diameter at breast height and distance from Karabash copper plant is studied.

В исследованиях биологической продуктивности лесов необходимо знание закономерностей изменения не только количественных, но и качественных характеристик, варьирующих с возрастом, экологическими и ценоотическими факторами (Усольцев, 1988). Это составляет предмет экологического лесоведения, в котором выделяются два направления: техническое, включающее исследования анатомических и физико-механических свойств древесины как технологического сырья (Перелыгин, Уголев, 1971), и ресурсоведческое, располагающее сведениями о плотности и влажности всех фракций фитомассы как качественных характеристик

биопродуктивности насаждений (Уткин, 1970; Поздняков, 1973; Полубояринов, 1976).

В нашей работе предпринята попытка исследования «ресурсоведческих» качественных характеристик фитомассы сосны и березы в насаждениях, примыкающих к Карабашскому медеплавильному комбинату (КМК), который является на Урале источником наиболее интенсивных токсичных выбросов (главным образом это соединения серы и тяжелые металлы) в атмосферу и который вместе с окружающими территориями представляет один из наиболее загрязненных участков планеты.

Объекты и методы исследования. Исследования выполнены в подзоне южной тайги Урала в градиенте загрязнений сосновых и березовых естественных насаждений к северу от КМК. В основу нашего исследования положен метод пробных площадей, заложенных согласно требованиям ОСТ 56-60-83. Таксационная характеристика древостоев пробных площадей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика сосновых и березовых древостоев
в градиенте загрязнений от КМК

L^* , км	Породный состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число деревьев, экз./га	Площадь сечений, $m^2/га$	Запас, $m^3/га$
Сосновые древостои								
4,2	7СЗБ+Ос	80	III	20,6	26,9	392	16,0	158
6,6	8С1Б1Ос	80	III	19,8	28,4	440	26,3	255
8,3	8С1Б1Лц	80	III	19,5	23,8	560	25,6	240
9,5	7СЗБ	70	II	18,6	28,4	434	27,2	266
13,8	10С+Б	80	II	20,6	27,7	591	32,5	310
32,0	8С2Б	80	II	20,3	28,5	600	35,0	339
Березовые древостои								
3,8	10Б+С	50	IV	14,2	15,3	1072	19,4	151
4,8	9Б1С	45	III	13,7	14,1	1178	17,6	134
8,5	10Б+С+Е	40	III	15,0	14,9	1239	21,8	168
9,1	10Б+С	45	III	15,1	15,1	1217	21,6	166
13,1	10Б+С	50	II	19,5	21,5	740	26,6	233
17,5	7Б2С1Ос	50	III	17,8	21,0	796	25,6	225
31,0	10Б+Лп	40	III	16,0	17,9	856	22,2	187
* L – здесь и далее расстояние от источника загрязнений.								

Наряду с традиционной таксацией древостоев на каждой пробной площади выполнены определения их фитомассы. Для этого взято по 7 модельных деревьев каждой древесной породы в пределах варьирования их диаметров на пробной площади по методике, изложенной ранее (Усольцев, 2007). Общее количество модельных деревьев сосны – 42 и березы –

56. Для перевода показателей массы кроны из свежего в абсолютно сухое состояние и объема древесины и коры ствола в показатели массы в свежем и абсолютно сухом состоянии от каждого дерева взяты образцы: у сосны по одной навеске хвои и ветвей от каждой трети кроны по вертикальному профилю, а у березы – по одной навеске из средней части кроны без разделения ее на секции. У стволов деревьев взяты выпилены на относительных высотах 0,2; 0,5 и 0,8 от общей высоты дерева и выполнены у каждого замеры массы и объема древесины и коры. Определена плотность каждой фракции в свежем состоянии ρ (кг/м³), а также термовесовым способом содержание сухого вещества S (%). Количество определений ρ и S у древесины и коры стволов сосны – 126, березы – 168; а определений S у ветвей и хвои (листвы) – соответственно 102 и 56.

Результаты и их анализ. Установлено, что как общий запас сосновых древостоев, так и их надземная фитомасса статистически значимо (t_{05}) возрастают по мере удаления от источника загрязнений. Запас стволовой древесины березняков в градиенте загрязнений возрастает с 134-151 м³/га на удалении 4-5 км до 225-233 м³/га на удалении 13-18 км и несколько ниже на контроле – 187 м³/га. Объяснить последнее можно естественным варьированием морфоструктуры березняков на исследуемой территории, но не снижением уровня загрязнений на расстоянии 31 км от КМК. Аналогичная ситуация у березы с изменением ее надземной фитомассы.

Квалиметрические характеристики фракций фитомассы древостоев проанализированы методом многофакторного регрессионного моделирования. Принята следующая структура уравнений:

- для древесины и коры стволов сосны и березы

$$\rho \text{ и } S = a_0 + a_1 D + a_2 L + a_3 h; \quad (1)$$

- для ветвей сосны и березы

$$S = a_0 + a_1 D + a_2 L + a_3 U; \quad (2)$$

- для хвои сосны

$$S = a_0 + a_1 D + a_2 L; \quad (3)$$

- для листвы березы

$$S = a_0 + a_1 A + a_2 L, \quad (4)$$

где D – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см;

A – возраст дерева, лет;

h – относительная высота сечения ствола, в долях от общей высоты дерева;

U – порядковый номер каждой из трех секций кроны в направлении от вершины к основанию (статистически значим лишь для ветвей сосны).

Известно, что коэффициенты детерминации уравнений, описывающих зависимость квалитетических показателей фракций фитомассы от определяющих факторов, всегда характеризуются более низкими значениями по сравнению с количественными показателями (Усольцев, 1988). С точки зрения статистики для нас наиболее важен уровень статистической значимости включаемых в уравнения переменных, поэтому в окончательную структуру уравнений (1)-(4) включены лишь переменные, значимые на уровне $t_{05} > 2,0$. При описании изменчивости показателя S хвои с помощью регрессионного уравнения у сосны статистически значимой переменной (наряду с L) оказался диаметр D (уравнение (3)), а в аналогичном уравнении для показателя S листвы березы – возраст дерева A (уравнение (4)).

Рассчитанные уравнения (1)-(4) протабулированы по задаваемым значениям независимых переменных, и получены соответствующие табл. 2-4.

Таблица 2

Изменение плотности и содержания сухого вещества в древесине и коре сосны в градиенте загрязнений от КМК (уравнение (1))

L , км	h	Плотность (кг/м ³) при диаметре ствола D , см (уравнение (1))					Содержание сухого вещества (%) при диаметре ствола D , см (уравнение (1))				
		8	16	24	32	40	8	16	24	32	40
Древесина											
5	0,2	693	714	734	754	774	63,1	61,1	59,2	57,2	55,2
	0,5	751	771	792	812	832	56,4	54,4	52,4	50,5	48,5
	0,8	809	829	849	869	890	49,7	47,7	45,7	43,8	41,8
10	0,2	686	706	726	746	767	62,8	60,8	58,8	56,9	54,9
	0,5	743	764	784	804	824	56,0	54,1	52,1	50,1	48,2
	0,8	801	821	841	862	882	49,3	47,4	45,4	43,4	41,4
30	0,2	655	676	696	716	736	61,4	59,5	57,5	55,5	53,6
	0,5	713	733	753	774	794	54,7	52,7	50,8	48,8	46,8
	0,8	771	791	811	831	851	48,0	46,0	44,0	42,1	40,1
Кора											
5	0,2	723	691	659	627	595	43,1	44,7	46,2	47,7	49,3
	0,5	909	877	845	813	781	47,8	49,3	50,8	52,4	53,9
	0,8	1095	1063	1031	999	967	52,4	54,0	55,5	57,0	58,6
10	0,2	702	670	638	606	574	41,6	43,1	44,7	46,2	47,7
	0,5	888	856	824	792	759	46,2	47,8	49,3	50,8	52,4
	0,8	1074	1042	1009	977	945	50,9	52,4	54,0	55,5	57,0
30	0,2	616	584	552	520	488	35,4	37,0	38,5	40,0	41,6
	0,5	802	770	738	706	674	40,1	41,6	43,2	44,7	46,2
	0,8	988	956	924	892	860	44,7	46,3	47,8	49,3	50,9

Таблица 3

Изменение плотности и содержания сухого вещества в древесине и коре березы в градиенте загрязнений от КМК (уравнение (1))

L , км	h	Плотность (кг/м ³) при диаметре ствола D , см (уравнение (1))						Содержание сухого вещества (%) при диаметре ствола D , см (уравнение (1))					
		8	12	16	20	24	28	8	12	16	20	24	28
Древесина													
5	0,2	848	856	865	873	881	889	61,3	60,9	60,5	60,1	59,7	59,4
	0,5	895	904	912	920	929	937	56,2	55,8	55,4	55,0	54,6	54,2
	0,8	943	951	959	968	976	984	51,0	50,6	50,3	49,9	49,5	49,1
10	0,2	828	836	845	853	861	869	62,2	61,9	61,5	61,1	60,7	60,3
	0,5	875	884	892	900	908	917	57,1	56,7	56,4	56,0	55,6	55,2
	0,8	923	931	939	948	956	964	52,0	51,6	51,2	50,8	50,5	50,1
30	0,2	748	756	764	773	781	789	66,1	65,7	65,3	65,0	64,6	64,2
	0,5	795	803	812	820	828	837	61,0	60,6	60,2	59,8	59,5	59,1
	0,8	843	851	859	867	876	884	55,9	55,5	55,1	54,7	54,3	53,9
Кора													
5	0,2	959	927	894	861	828	795	35,1	34,9	34,8	34,7	34,6	34,5
	0,5	1039	1006	973	940	907	874	36,0	35,9	35,8	35,7	35,5	35,4
	0,8	1118	1085	1052	1019	986	953	36,9	36,8	36,7	36,6	36,5	36,4
10	0,2	941	908	875	842	809	776	34,8	34,7	34,6	34,5	34,3	34,2
	0,5	1020	987	954	921	888	855	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,2
	0,8	1099	1066	1033	1000	967	934	36,7	36,6	36,5	36,3	36,2	36,1
30	0,2	866	833	800	767	734	701	33,8	33,7	33,6	33,5	33,4	33,2
	0,5	945	912	879	846	813	781	34,8	34,6	34,5	34,4	34,3	34,2
	0,8	1024	991	958	925	893	860	35,7	35,6	35,5	35,4	35,2	35,1

Таблица 4

Изменение содержания сухого вещества в ветвях и хвое сосны и в ветвях и листе березы в градиенте загрязнений от КМК

L , км	U	Содержание сухого вещества (%) в кроне сосны при диаметре ствола D , см (уравнения (2) и (3))					Содержание сухого вещества (%) в кроне березы при возрасте дерева A , лет (уравнения (2) и (4))						
		8	16	24	32	40	30	40	50	60	70	80	90
Ветви													
5	1	48,2	47,5	46,7	46,0	45,2	54,3	53,5	52,8	52,0	51,3	50,5	49,7
	2	49,3	48,6	47,8	47,1	46,3							
	3	50,4	49,7	48,9	48,2	47,4							
10	1	47,6	46,9	46,1	45,4	44,6	54,6	53,8	53,1	52,3	51,5	50,8	50,0
	2	49,9	48,0	47,2	46,5	45,7							
	3	51,0	49,1	48,4	47,6	46,9							
30	1	45,3	44,5	43,8	43,0	42,3	55,7	54,9	54,2	53,4	52,7	51,9	51,2
	2	49,9	45,6	44,9	44,1	43,4							
	3	51,0	46,7	46,0	45,2	44,5							
Хвоя (листва)													
5	-	46,8	47,6	48,4	49,2	50,1	39,5	39,2	38,8	38,5	38,2	37,9	37,5
10	-	46,2	47,0	47,9	48,7	49,5	39,1	38,8	38,5	38,1	37,8	37,5	37,2
30	-	44,0	44,9	45,7	46,5	47,4	37,7	37,3	37,0	36,7	36,3	36,0	35,7

Выводы

1. В свежем состоянии плотность как древесины, так и коры стволов у сосны ниже, чем у березы.
2. Содержание сухого вещества в коре ствола у сосны выше, чем у березы, а в древесине четкой закономерности по названному показателю не обнаружено.
3. В направлении от основания к вершине ствола плотность как его древесины, так и коры возрастает у сосны и березы; содержание сухого вещества в том же направлении в древесине и коре обеих пород снижается.
4. По мере удаления от КМК плотность как древесины ствола, так и его коры в свежем состоянии снижается у обеих пород. Содержание сухого вещества в том же направлении у сосны снижается как в древесине, так и в коре; у березы аналогичная закономерность наблюдается по коре, а по древесине закономерность противоположная.
5. У сосны по мере увеличения диаметра ствола содержание сухого вещества в ветвях снижается, а в хвое возрастает; у березы по мере увеличения возраста названный показатель уменьшается в обеих фракциях.
6. Содержание сухого вещества в ассимиляционном аппарате обеих пород снижается по мере удаления от КМК; по ветвям березы наблюдается противоположная закономерность, а по ветвям сосны четкой закономерности не выявлено, но происходит увеличение названного показателя в направлении от вершины к основанию кроны.

Библиографический список

- Перелыгин А.М., Уголев Б.Н. Древесиноведение. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 318 с.
- Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. Новосибирск: Наука, 1973. 120 с.
- Полубояринов О.И. Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук. Л.: ЛЛТА, 1976. 46 с.
- Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.
- Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с.
- Уткин А.И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов в СССР // Лесоведение. 1970. № 3. С. 58-89.
-